

## Teste dein Wissen mit Aufgaben aus der ChemieOlympiade!

### Verdünnungsreihen

Chemie konkret : CHEMKON 24 (2017) 2, S. 91-92

Dokument 2 von 2



Quellenangabe/ Reference:

Teste dein Wissen mit Aufgaben aus der ChemieOlympiade! Verdünnungsreihen - In: Chemie konkret : CHEMKON 24 (2017) 2, S. 91-92 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-155559 - DOI: 10.25656/01:15555

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-155559>

<https://doi.org/10.25656/01:15555>

#### Nutzungsbedingungen

Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

#### Terms of use

We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document.

This document is solely intended for your personal, non-commercial use. Use of this document does not include any transfer of property rights and it is conditional to the following limitations: All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

#### Kontakt / Contact:

peDOCS  
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation  
Informationszentrum (IZ) Bildung  
E-Mail: [pedocs@dipf.de](mailto:pedocs@dipf.de)  
Internet: [www.pedocs.de](http://www.pedocs.de)

Digitalisiert

Mitglied der

  
Leibniz-Gemeinschaft

# Teste dein Wissen mit Aufgaben aus der ChemieOlympiade!

## Verdünnungsreihen

### Lösung der Fragen

1) Warum hat Salzsäure der Konzentration  $c = 0,1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  den pH-Wert 1?

**Antwort:** Da der pH-Wert der negative dekadische Logarithmus der Wasserstoffionenkonzentration ist, wird so gerechnet:  $\log 0,1 = -1$ ; minus mal minus macht plus, also +1.

Genau genommen ist der pH-Wert der negative dekadische Logarithmus des Zahlenwertes der Wasserstoffionenkonzentration, denn Einheiten können nicht logarithmiert werden. Hier hilft ein kleiner Trick: Dividiert man die Wasserstoffionenkonzentration durch die Konzentration  $c^0 = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  ändert sich der Zahlenwert nicht, aber die Einheit kürzt sich in Zähler und Nenner heraus.

2) Warum wäre es unsinnig, noch einen 7. oder 8. Verdünnungsschritt durchzuführen?

**Antwort:** Nach dem 6. Verdünnungsschritt ist – ausgehend von pH 1 – der pH-Wert 7 erreicht. Wenn man mit neutralem Wasser verdünnt, bleibt es bei pH 7. Den pH-Wert 8 erreicht man nur, indem man eine basische Lösung verdünnt.

3) „Universalindikator“ ist in Wahrheit ein Gemisch von mehreren Indikatoren. Warum?

**Antwort:** Ein einzelner Indikator hat üblicherweise nur einen Umschlagsbereich, nämlich im stark Sauren, im Sauren, im schwach alkalischen Bereich usw.. Mischt man mehrere Indikatoren, dann hat man – auf das ganze pH-Spektrum verteilt – mehrere Umschlagsbereiche. Auch Rotkohl ist somit ein natürlicher Universalindikator, da viele verschiedene „Säure- und Baseanzeiger“ vorliegen. 4) Was würde sich ändern, wenn du statt Salzsäure Essigsäure verdünnen würdest?

**Antwort:** Salzsäure ist eine starke Säure, die vollständig dissoziiert. Essigsäure hingegen ist eine schwache Säure. Das bedeutet: bei einer Essigsäure-Lösung der Konzentration  $c = 0,1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  darf man nicht wie bei Salzsäure davon ausgehen, dass eine vollständige Dissoziation stattgefunden hat, sondern man muss mit der Säurekonstanten von Essigsäure  $K_s = 10^{-4,75}$  rechnen:



$$K_s = \frac{[c(\text{H}_3\text{O}^+)/c^0] \cdot [c(\text{OAc}^-)/c^0]}{c(\text{HOAc})/c^0} = 10^{-4,75}$$

$$K_s = \frac{x \cdot x}{(0,1-x)} = 10^{-4,75}$$

$$x^2 + 10^{-4,75} \cdot x - 10^{-4,75} \cdot 0,1 = 0$$

$$x_1 = 1,325 \cdot 10^{-3} \quad (x_2 = -1,342 \cdot 10^{-3}, \text{ macht chemisch keinen Sinn})$$

$$\text{pH} = -\lg(1,325 \cdot 10^{-3})$$

$$\text{pH} = 2,87$$

Noch einfacher ist es, wenn man annimmt, dass die Essigsäure nur wenig bis gar nicht dissoziiert:

$c_0(\text{HOAc}) \approx c(\text{HOAc}) = 0,1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ . Mit dieser Näherung geht die Berechnung viel schneller und führt zum gleichen Ergebnis:

Es gilt:  $c(\text{H}_3\text{O}^+) = c(\text{OAc}^-)$

$$K_s = \frac{[c(\text{H}_3\text{O}^+)/c^0] \cdot [c(\text{OAc}^-)/c^0]}{c(\text{HOAc})/c^0} = 10^{-4,75}$$

$$K_s = \frac{[c(\text{H}_3\text{O}^+)/c^0]^2}{0,1} = 10^{-4,75}$$

$$c(\text{H}_3\text{O}^+) = \sqrt{10^{-4,75} \cdot 0,1} = 1,334 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \quad \text{pH} = 2,88$$

Dies müsste dann für jeden Verdünnungsschritt neu berechnet werden.

## Lösung der IChO-Aufgabe aus der 3. Runde 2017

a)  $K_s = \frac{c(\text{H}_3\text{O}^+) \cdot c(\text{A}^-)}{c(\text{HA})} \rightarrow \lg K_s = \lg c(\text{H}_3\text{O}^+)/c^0 + \lg c(\text{A}^-)/c^0 - \lg c(\text{HA})/c^0.$

Das Gleichgewicht ist bei jedem pH-Wert erfüllt. Liest man die Werte aus dem Diagramm ab, ergibt sich eingesetzt immer  $\lg K_s = -5 \rightarrow K_s = 10^{-5}$

b)  $c(\text{HA}) \cdot K_s = c(\text{H}_3\text{O}^+) \cdot c(\text{A}^-)$  und  $c(\text{HA}) + c(\text{A}^-) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$

$$c(\text{HA}) \cdot K_s = c(\text{H}_3\text{O}^+) \cdot (0,1 \text{ mol L}^{-1} - c(\text{HA}))$$

$$c(\text{HA}) = (c(\text{H}_3\text{O}^+) \cdot 0,1 \text{ mol L}^{-1}) / (K_s + c(\text{H}_3\text{O}^+))$$

*analog*

$$c(\text{A}^-) \cdot c(\text{H}_3\text{O}^+) = K_s \cdot (0,1 \text{ mol L}^{-1} - c(\text{A}^-))$$

$$c(\text{A}^-) = (K_s \cdot 0,1 \text{ mol L}^{-1}) / (K_s + c(\text{H}_3\text{O}^+))$$

c) Es gilt immer, auch bei  $\text{pH} = 12,5$

$$c(\text{HA}) + c(\text{A}^-) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$$

d) Verdünnt man die Ausgangslösung auf das  $10^4$ -fache, bleibt  $K_s$  natürlich gleich, die Säurekonzentration sinkt aber auf  $1,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$ .



Konz. im Gleichgewicht	$1,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L} - x$	$x$	$x$
------------------------	---------------------------------------	-----	-----

eingesetzt in das MWG ergibt sich  $1,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol L}^{-1} = x^2 / (1,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol L}^{-1} - x)$

$$x = 6,2 \cdot 10^{-6}, \text{ pH} = 5,2$$

$$c(\text{HA}) = 1,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L} - x \quad c(\text{HA}) = 3,8 \cdot 10^{-6} \text{ mol L}^{-1}$$